

⑫ 公開特許公報(A) 昭60-170455

⑥ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和60年(1985)9月3日

H 02 K 29/00

7052-5H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 ブラシレスモータ

⑰ 特 願 昭59-24457

⑱ 出 願 昭59(1984)2月14日

⑲ 発 明 者 金 森 淳 一 東京都杉並区和泉2丁目14番1号 山水電機株式会社内

⑳ 出 願 人 山水電気株式会社 東京都杉並区和泉2丁目14番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 鈴江 武彦 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

ブラシレスモータ

2. 特許請求の範囲

2相の第1および第2のステータコイルの各相において電気角で 180° 以上にわたって界磁マグネットロータに一定方向のトルクを生ぜしめ、上記第1および第2のステータコイルを交互に切換通電することにより、上記マグネットロータの回転トルクを得る2相半波ブラシレスモータにおいて、上記マグネットロータをリング状のマグネットで構成し、該マグネットの対をなして隣接する主極を、それぞれ該主極対に隣接する他対の主極に近い側では充分な主極幅とし、上記主極対の境界部に向って主極幅を漸減させた形状とするとともに、上記主極幅の減少部分にそれぞれ上記境界部を中心として対をなして配置され各対のステータコイルとの間での作用を両者間で相殺する2対の補極を上記主極対毎に設けたことを特徴とするブラシレスモータ。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の技術分野〕

本発明は、2相の第1および第2のステータコイルの各相において電気角で 180° 以上にわたって界磁マグネットロータに一定方向のトルクを生ぜしめ、上記第1および第2のステータコイルを交互に切換通電することにより、上記マグネットロータに連続した回転トルクを得る2相半波ブラシレスモータに関するものである。

〔発明の技術的背景〕

この種の2相半波ブラシレスモータの従来の一例における界磁マグネットロータおよびステータコイルの電極部の構成を第1図(a)および(b)に示す。

この場合、マグネットロータ1は全体として円盤状をなし、図示のように磁極部を構成している。すなわち、電気角で 140° (この場合、機械角では 70°)に対応するように扇型に形成されたマグネットSMを用い、それぞれ前面をN極およびS極とした2個を一对として2組、つまり4個

を鉄板等の高透磁率材料からなる円筒状のロータヨーク（図示せず）上に回転方向についてN極とS極が交互に位置するように固着してマグネットロータ1を構成している。この場合、2組の磁極対の境界位置を 0° としたときに電気角の $140^\circ \sim 220^\circ$ の角度範囲に相当する部分を存して各磁極対の対をなす磁極を構成するマグネットを配置している。したがって、上記電気角 $140^\circ \sim 220^\circ$ に対応する部分はマグネットの存在しない部分となり、各磁極の磁極面は電気角で 140° に対応する。

一方、ステータ2は4個のステータコイルC1、C1'、C2、C2'を有している。この場合、コイルC1とC1'は電気的に同相（第1相とする）であり互いに直列に接続されており、コイルC2とC2'もやはり電気的に同相（第2相とする）であり互いに直列に接続されていて、コイルC1、C1'とC2、C2'とは互いに逆位相で駆動される。これら各コイルC1、C1'、C2、C2'で形成される磁極の角度範囲すなわち巻線

- 3 -

で、電気角で 180° ずつ第1相と第2相のコイルを所定のタイミングで切換通電すれば第2図(c)に示すTcのようにほぼ一定の連続回転トルクが得られる。

ところが、このような場合、第2図(c)に示すように電流切換時にトルクの落ち込みがあるため、トルクリップルを生じてしまうという問題がある。特に、このようなモータを、例えばレコードプレーヤやテープレコーダのDD（ダイレクトドライブ）モータ等として使用した場合には、上記トルクリップルによりワウ・フラッタを生じ非常に大きな問題となる。

しかも、この場合ロータを複数個のマグネットを組合わせて構成しているため、構成が複雑になるという問題もあった。

〔発明の目的〕

本発明の目的とするところは、界磁マグネットロータの磁極構造を改良し、簡単な構成でトルクリップルを効果的に減少させ得るブラシレスモータを提供することにある。

- 5 -

の往路vと復路uの角度間隔は電気角で 100° に対応する。

なお、第1図において括弧「()」内に示した角度は電気角、括弧を付さず示した角度は機械角である。

第2図はステータコイルで発生するトルクを示すもので、例えば第1相のステータコイルについて考えたものとする。

第1相のステータコイルC1に電流を流すとこのコイルC1の往路vの電流とそれに鎖交する磁束によって生じるトルクは第2図(a)に示すTa'のようになる。また、同様に、ステータコイルC1の復路uによって生じるトルクは、上記往路vの場合とは電流が反対で且つ 100° の位相差があるから、第2図(a)のTaのようになる。したがって、第1相のステータコイルC1、C1'によって発生する総合トルクは上述の往路vと復路uによって発生するトルクの合成トルクとなり、第2図(b)に示すTbのように 180° 以上にわたって一定方向のトルクが得られる。そし

- 4 -

〔発明の概要〕

本発明は、2相の第1および第2のステータコイルの各相において電気角で 180° 以上にわたって界磁マグネットロータに一定方向のトルクを生ぜしめ、上記第1および第2のステータコイルを交互に切換通電することにより、上記マグネットロータの回転トルクを得る2相半波ブラシレスモータにおいて、上記マグネットロータをリング状のマグネットで構成し、該マグネットの対をなして隣接する主極を、それぞれ該主極対に隣接する他対の主極に近い側では充分な主極幅とし、上記主極対の境界部に向って主極幅を漸減させた形状とするとともに、上記主極幅の減少部分にそれぞれ上記境界部を中心として対をなして配置され各対のステータコイルとの間での作用を両者間で相殺する2対の補極を上記主極対毎に設けたことを特徴としている。

〔発明の実施例〕

本発明の実施例を説明する前に、まず、その基本原理について説明する。

- 6 -

上述したようなトルクリップルが生じないようにするには、例えば第2図の場合におけるトルク T_b の平坦部を電気角でほぼ 180° あるいはそれ以上とすればよいと考えられるから、 T_a 、 T_a' の各磁極対間隔に対応するピーク間隔を広くし且つ T_b の平坦部位置に対応する部分の T_a 、 T_a' の変化が正しく相補的な関係となるようにすればよい。このような観点に基づいて、第2図(a)、(b)、(c)に対応する波形を示したのが第3図(a)、(b)、(c)であり、この第3図(a)～(c)において、 T_d 、 T_d' 、 T_e および T_f がそれぞれ第2図の T_a 、 T_a' 、 T_b および T_c に対応する。この第3図に示すような波形が得られれば T_c から明らかなようにトルクリップルはほとんどなくなる。

そこで、このような特性を比較的簡単な構成で得るための界磁マグネットロータとして第4図に示すような磁極構造のリングマグネットによる界磁マグネットロータが考えられる。

すなわち、第4図は第1図(a)にほぼ対応し

- 7 -

グマグネットの残部は無着磁部分NMとし、この無着磁部分NMはいかなる磁極をも呈することはない。

このようなマグネットロータ3を第1図(b)に示したステータ2と組合わせて2相半波ブラシレスモータを構成すれば、第3図に示すようなトルク波形がえられる。

すなわち、第3図はステータコイルで発生するトルクを示すもので、例えば第2図の場合と同様第1相のステータコイルについて考えたものとする。

第1相のステータコイルC1に電流を流すとこのコイルC1の往路Vの電流とそれに横交する磁束によって生じるトルクは第3図(a)に示す T_d' のようになり、ステータコイルC1の復路Uによって生じるトルクは、上記往路Vの場合とは電流が反対で且つ 100° の位相差があるから、第3図(a)の T_d のようになる。したがって、第1相のステータコイルC1、C1'によって発生する総合トルクは第3図(b)に示す T_e のよ

- 9 -

第1図(b)と同様のステータを想定した4極の界磁マグネットロータの例を示すものである。この場合マグネットロータ3はリング状のマグネット材に着磁したもので、円周方向すなわち回転方向にN極とS極を交互に密接して配置し、隣接するN極とS極の対を2組形成している。したがって、これらN極、S極はリングマグネット上で機械角で 90° (電気角で 180°)ずつの磁極部を形成している。すなわち、これら磁極部は隣接する他対の磁極との境界を電気角で 0° とすれば、電気角で 180° の位置で対をなす他方の磁極と接している。そして、上記磁極部は、半径方向についての磁極幅が、隣接する他対の磁極との境界部(上記電気角 0° 位置)においてリングマグネットの全幅、この境界部から離れるにしたがって図示のように漸次磁極幅が減少し、対をなす磁極の境界部(上記電気角 180° 位置)において全幅の $1/3$ 程度となる磁極形状に形成される。これらの各N極、S極を説明の便宜上主極MPと称する。上記主極の磁極幅の減少により生じるリン

- 8 -

うになり、 180° 以上にわたって一定方向のトルクが得られる。そして、電気角で 180° ずつ第1相と第2相のコイルを所定のタイミングで切換通電すれば第3図(c)に示す T_f のように一定の連続回転トルクが得られる。

これが本発明の基本原理である。

ところが、現在の技術では、例えば4極の主極のみをリング状のマグネット上に第4図に示したような形状で着磁することは非常に困難であり、第4図に示したようなマグネットロータ3は現実的でない。すなわち、リングマグネットを着磁する場合N極またはS極の近傍にある面積を持って全くの無着磁部分NMを作ることとは不可能であり、このような着磁を行なおうとしても無着磁とした部分に大なり小なり必ずN極またはS極の着磁がされてしまうのである。これは、例えば着磁に際しての着磁ヨークの形状をたとえ第4図の磁極形状に正しく合わせたとしても、磁界の完全な遮蔽が困難であるため、上記無着磁を所望する部分に磁界が印加されてしまい、着磁されてしまうた

- 10 -

めである。

そこで、本実施例は第4図に示したのと実質的に同様の機能を有する界磁マグネットロータを容易に実現可能でしかも簡単な構成で実現するもので、第5図にその構成を示す。

すなわち、第5図において、マグネットロータ4はリング状のマグネット材に着磁したもので、第1の主極対を構成する主極MP1n、MP1sおよび第2の主極対を構成する主極MP2n、MP2sは第4図に示した主極MPと同様の磁極形状に着磁する。そして、第4図に示した無着磁部分NMの代わりに、例えば第5図に示したように（隣接する他の主極対との境界を電気角で 0° とした場合の）電気角で 180° の位置（対をなす主極の境界位置に対応する）を境界とし、該境界に向って磁極幅が漸増し且つ該境界を境に互いに異なる磁極に着磁された2対の補極SP11a、SP11b、SP12a、SP12b、SP21a、SP21b、SP22a、SP22bを設ける。つまり、主極MP1n、MP1sの部分には

- 11 -

補極SP12a、SP12bの磁束によって生じるトルクは第6図(c)に示すような波形となる。既に述べたように、第6図(b)、(c)に示した上記補極SP11a、SP11bによって生じるトルクと補極SP12a、SP12bによって生じるトルクとは互いに逆向きで大きさが等しいので相殺され両者の合成トルクは零となる。この結果、総合成トルクとしては第6図(a)に示した主極MP1n、MP1sによるトルクのみが残ることになり、このトルクは第3図(a)に示したトルク T_d に他ならない。複路uについても同様に第3図(a)に示したトルク T_d が得られ、第1相のステータコイルC1、C1'によって得られる合成トルクは第3図(b)に示す T_e のようになるので、電気角で 180° ずつ第1相と第2相のコイルを所定のタイミングで切換通電すれば第3図(c)に示す T_f のように一定の連続回転トルクが得られる。先に述べたように、この第3図(c)の波形は電流切換点におけるトルクの落ち込みがほとんどなく、極めてリップルの小さな

- 13 -

2対の補極SP11a(S極)、SP11b(N極)およびSP12a(N極)、SP12b(S極)を設け、主極MP2n、MP2sの部分にはやはり2対の補極SP21a(S極)、SP21b(N極)およびSP22a(N極)、SP22b(S極)を設ける。上記補極SP11a、SP11bとSP12a、SP12bとは、その磁極幅やステータコイルの対向の仕方などの関係により各々のステータコイルに対する作用が相互間で相殺されるように構成し、同様にして上記補極SP21a、SP21bとSP22a、SP22bとは各々のステータコイルに対する作用が相互間で相殺されるように構成する。

したがって、この場合に第1相のステータコイルC1に電流を流した場合を考えると、このコイルC1の往路vの電流とそれに横交する主極MP1n、MP1sの磁束によって生じるトルクは第6図(a)に示すような波形となり、補極SP11a、SP11bの磁束によって生じるトルクは第6図(b)に示すような波形となり、そして、

- 12 -

トルクが得られる。

このように、上記マグネットロータ4を用いてモータを構成すれば、極めて簡単な構成であるにもかかわらず、トルクリップルの少ない理想的なトルク特性を得ることができ、レコードプレーアのDDモータ等に利用した場合にもワウ・フラッタが非常に小さくなり、良好なオーディオ再生が実現できる。

なお、実際の製造にあたっては、リング状のマグネット材に主極と補極を同時に着磁するようにしてもよいが、主極を着磁した後に補極を着磁するなど複数回に分割して着磁するようににしても例えば主極の着磁の際に無磁極部分に生じた磁極は補極の着磁の際に消滅するので、結果的にほぼ同様の結果が得られる。したがって、いずれの方法によって着磁を行なってもよい。なお、後者の場合には着磁用のヨーク相互間等の干渉の危険をあまり考慮しなくて済むという利点もある。

なお、本発明は上述し且つ図面に示す実施例にのみ限定されることなく、その要旨を変更しない

- 14 -

範囲内で種々変形して実施することができる。

例えば、第7図に示すように6極(主極)のマグネットロータ5としたり、あるいはそれ以上の極数のロータとするなど、第5図に示した4極以外のロータを使用する場合にも上述とほぼ同様にして実施することができる。

また、ステータコイルの形状も第1図(b)に示したほぼ扇型に限らず、丸型等種々の形状で実施することができ、このような場合にはステータコイルに鎖交する磁束が相互に相殺し得るように補極の形状等を決定すればよい。もちろん主極の形状、補極の位置等も、磁氣的に上述とおおむね等価な範囲であれば、適宜変更して実施してよいことはいうまでもない。

[発明の効果]

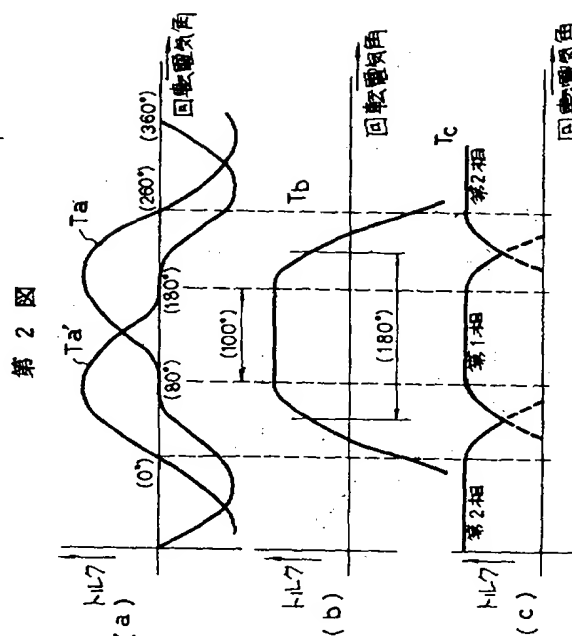
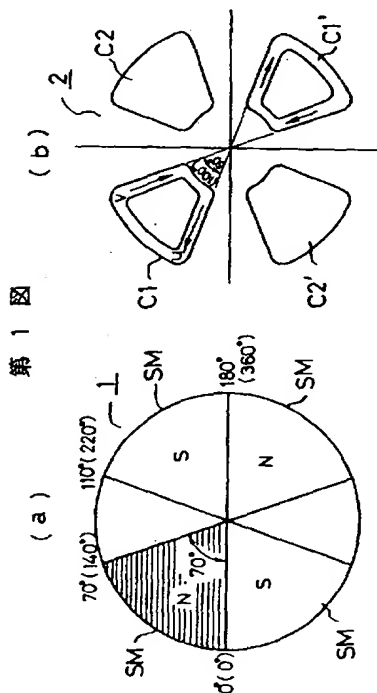
本発明によれば、界磁マグネットロータの磁極構造の改良により、簡単な構成でトルクリップルを効果的に減少させ得るブラシレスモータを提供することができる。

4. 図面の簡単な説明

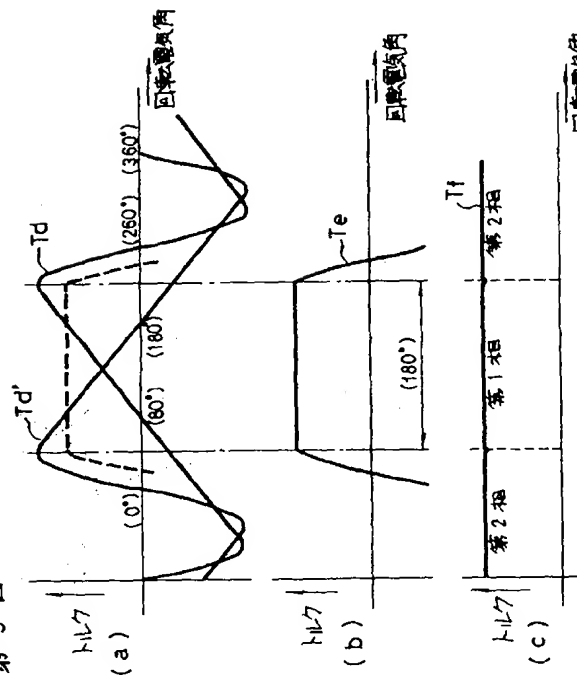
第1図は従来装置の一例の構成を説明するための模式図、第2図は同例における作用および問題点を説明するためのトルク波形を模式的に示す図、第3図は本発明の一実施例の基本原理および作用を説明するためのトルク波形を模式的に示す図、第4図は同基本原理を説明するためのマグネットロータの構成の模式図、第5図は本発明の同基本原理に基づく一実施例におけるマグネットロータの構成を示す模式図、第6図は同実施例の作用を説明するためのトルク波形を模式的に示す図、第7図は本発明の他の実施例の構成を示す模式図である。

2…ステータ、4、5…ロータ。

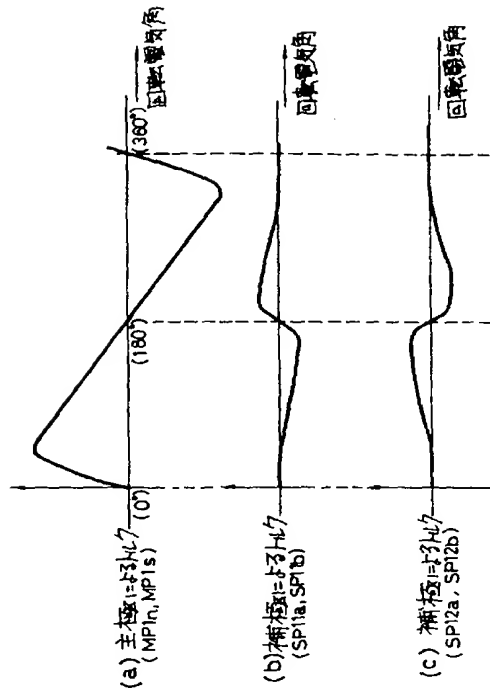
出願人代理人 弁理士 鈴江武彦



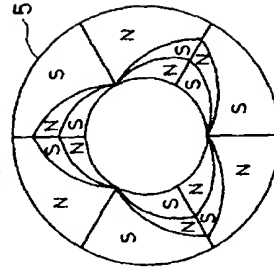
第 3 図



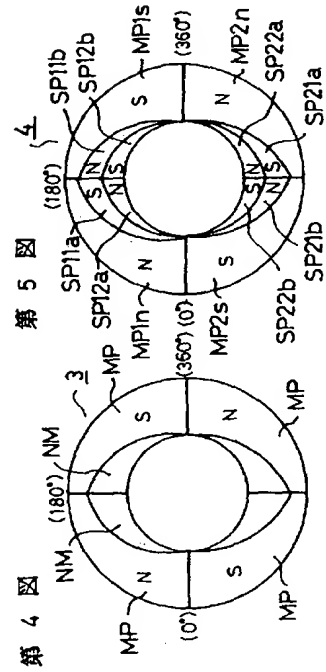
第 6 図



第 7 図



第 5 図



第 4 図

